Niveau(x) d'enseignement: 0 Numéro EDUQ : 8170672
Centre d'intérêt: 64

Scholer, Marc, 1936-.

Evolution des relations pédagogiques entre l'enseignement programmé, les machines à enseigner et l'ordinateur / par Marc Scholer ; [pour le] Service du développement de la technologie éducative, Secteur expérimentation. -- Montréal : Service général des moyens d'enseignement, 1977.
ii, 74 p. ; 28 cm.

Code: 54-6300. Bibliographie: p. 58-74.

Cote Dewey: 371.3944/S368e Cote LC: LB/1028.5

Descripteur(s): *Utilisation de l'ordinateur *Enseignement par ordinateur *Enseignement programmé *Machine à enseigner *Manuel programmé *Revue de la documentation

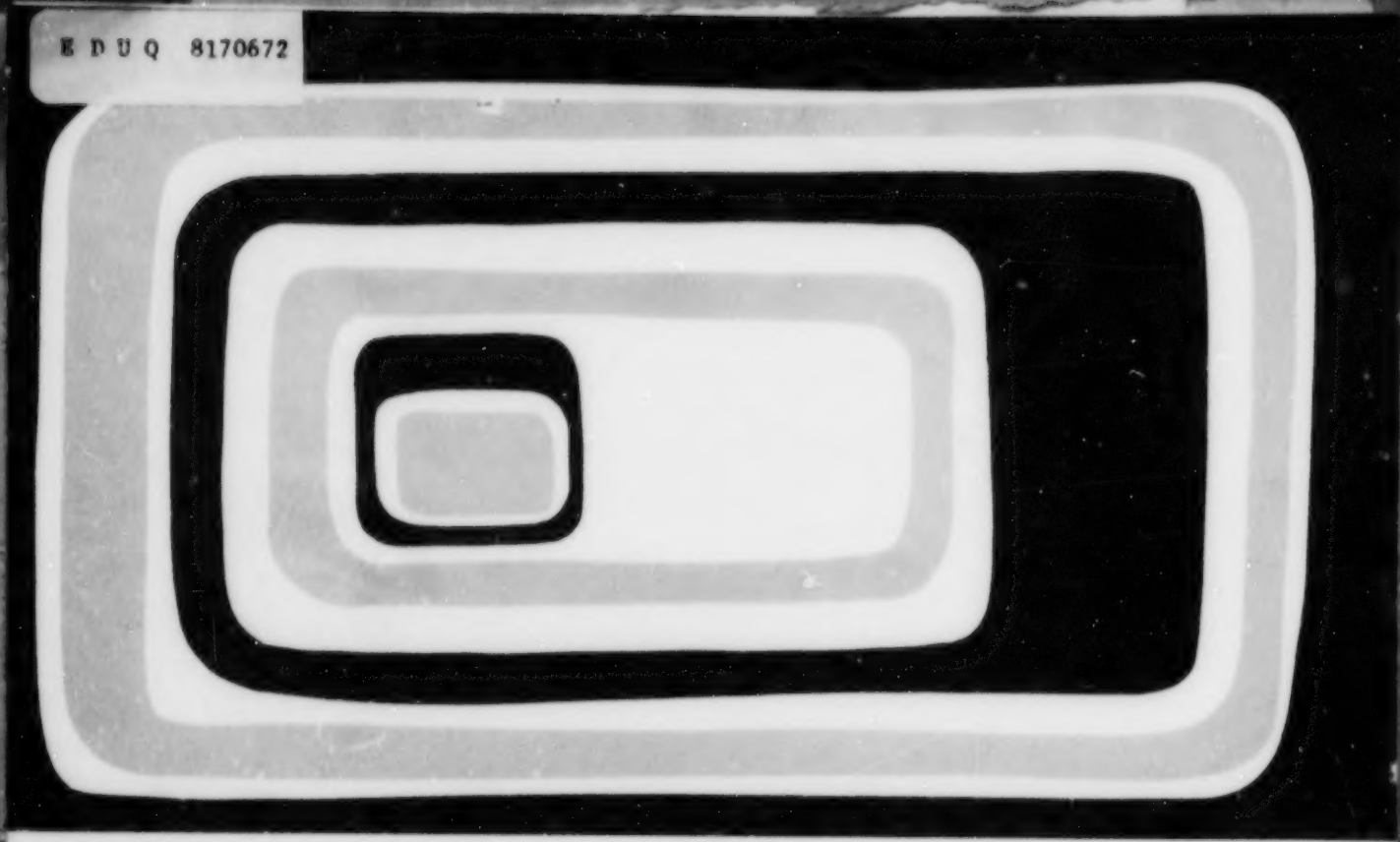
Identificateur(s) de nom: *REPLI (Projet)

Identificateur(s) de sujet: *Application pédagogique de l'ordinateur

Sous la forme d'une revue de la documentation (près de cent titres de langue anglaise ou française généralement postérieurs à 1965), le document entreprend d'analyser le contexte pédagogique dans lequel a pris naissance l'enseignement assisté par ordinateur, cela en insistant particulièrement sur les liens étroits qui le rattachent à l'enseignement programmé. Suit un survol des grands domaines d'application de l'ordinateur en éducation. La recherche a été effectuée dans le cadre de l'opération REPLI, laquelle vise à comparer l'efficacité du livre brouillé et de l'ordinateur comme moyens d'enseignement.

Type de document: r
Notice(s) connexe(s): 8170158
Auteur de l'analyse: ar

E D U Q 8170672



Évolution des relations pédagogiques entre l'enseignement programmé, les machines à enseigner et l'ordinateur

par Marc Scholer

code 54-6300 / TEX – 01 – 0877

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Éducation
Service général des moyens d'enseignement

E D U Q 8170672

Service du développement de la technologie éducative
Secteur Expérimentation

Evolution des relations pédagogiques entre l'enseignement programmé, les machines à enseigner et l'ordinateur

par

Dr. Marc Scholer, B.A.; B.SC. (Ec.); B.Péd.; Lic. ès L. (Géog.); Ph.D. (Did.)

Ministère de l'Education du Québec
Service général des moyens d'enseignement
600, rue Fullum
Montréal, Qué.
H2K 4L1

août 1977

Les rapports d'étude, de recherche ou d'expérimentation préparés au Service du développement de la technologie éducative sont d'abord des outils destinés à éclairer les autorités compétentes sur la situation dans ce domaine, sur les actions à poursuivre et sur les politiques à élaborer. S'ils sont en général publiés et diffusés, c'est afin de favoriser la dissémination de données et d'informations utiles à un plus large public. Ils ne sauraient donc constituer l'expression d'une position officielle ou l'affirmation d'une politique. Ainsi, les opinions émises dans ces publications résultent d'une démarche professionnelle qui s'appuie sur les données et informations obtenues, mais elles n'engagent que leurs auteurs.

TABLE DES MATIERES

1. Les débuts pédagogiques de l'ordinateur. 2

1.1 Le contexte pédagogique de l'arrivée de l'ordinateur. 3

1.1.1 La contribution de l'enseignement programmé. 5

1.1.1.1 L'apport des pionniers de l'enseignement programmé. 6

1.1.1.2 Les principes généraux de l'enseignement programmé. 11

1.1.1.3 Deux écoles de pensée, deux formats de présentation. 17

1.1.2 Les machines à enseigner 24

1.1.2.1 Les machines à enseigner et l'enseignement programmé. 26

1.1.2.2 Types de machines à enseigner 29

1.1.3 Les premiers essais pédagogiques de l'ordinateur. 33

1.2 Les incidences pédagogiques de l'ordinateur. 36

2. Les grands domaines d'application de l'ordinateur en éducation. 40

2.1 Les applications non enseignantes 43

2.2 L'ordinateur, agent pédagogique 45

2.2.1 L'enseignement géré par ordinateur 46

2.2.2 Les exercices répétés. 48
2.2.3 Les jeux et les simulations. 49
2.2.4 Enseignement non directif. 51
2.2.5 Le mode tutoriel en enseignement assisté par ordinateur 52

3. Conclusion 55

Bibliographie. 58

Liste des tableaux

Tableau 1: La nature changeante de l'enseignement programmé. 14

Tableau 2: Utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques 42

Le texte qui suit a été conçu à l'intérieur des préoccupations plus larges de l'opération REPLI*. Nous nous préoccupions alors des différences de nature pouvant exister entre l'enseignement programmé intrinsèque administré par livre et ce type d'enseignement assisté par ordinateur identifié sous le vocable de mode tutoriel. Quoique l'on ait souvent relevé la parenté d'origine existant entre l'enseignement programmé et l'enseignement assisté par ordinateur, nous n'avons pas eu connaissance d'une analyse approfondie sur le sujet. Les pages suivantes se voudraient par conséquent, modestement, une contribution à l'analyse de l'origine et de la nature des liens existant entre ces deux techniques d'enseignement.

---

* SCHOLER, Marc

Recherche en enseignement programmé livresque et informatisé (opération REPLI). Rapport final I: efficacité comparée de l'ordinateur et du livre brouillé comme moyens d'enseignement. Montréal: ministère de l'Education. Service général des moyens d'enseignement. 1976. 275 p. 25 appendices, environ 1690 p. Pour consultation. Code: 54-6262/TEX-01-0976

1. LES DEBUTS PEDAGOGIQUES DE L'ORDINATEUR

Face à l'envahissement de l'informatique dont nos sociétés ont été les témoins, il était inévitable que l'ordinateur pénètre également dans les écoles. Que l'on appartienne au clan des éternels optimistes pour qui l'ordinateur est synonyme de panacée à tous les maux dont est affligé notre système scolaire, ou que l'on fasse partie des mécréants mettant en cause jusqu'à l'opportunité d'utiliser l'ordinateur à des fins pédagogiques, est sans importance. Le fait brutal demeure que l'ordinateur a prouvé qu'il peut servir à des fins pédagogiques et ce de manière très variée. L'arrivée de l'ordinateur au sein de l'école n'appartient pas au futur, mais bien au présent (Kropp, 1970). En Amérique du Nord tout au moins, la plupart des universités et des collèges jouissent de services informatiques pour des fins de recherche et d'enseignement (Watson, 1972). Enfin, une étude du American Institute for Research révèle que dès 1970, 34% des écoles secondaires américaines avaient accès à des ordinateurs pour des fins administratives et d'enseignement (Molnar, 1971). Au Québec même nos universités sont généreusement dotées sur le plan de l'informatique, alors que nos cegeps et commissions scolaires, à défaut de tous posséder leur propre ordinateur, peuvent largement recourir au Service de l'informatique du ministère de l'Education (SIMEQ, 1975). De nombreuses utilisations pédagogiques de l'ordinateur ont par ailleurs été signalées (SIMEQ, 1972; Laboratoire de pédagogie informatique, 1973; Chevalier, 1974; Grégoire et Chevalier, 1974; Meynard, 1975).

L'introduction de l'ordinateur en tant qu'agent pédagogique constitue une innovation d'importance, au point que d'aucuns n'ont pas hésité à comparer l'enseignement assisté par ordinateur à l'invention de l'imprimerie par Gutenberg (Stolurow, 1968).

Si la mise en marché, pendant les années 1960, des ordinateurs de la troisième génération, a incontestablement favorisé le développement de la pédagogie informatique (Atkinson et Wilson, 1968), nous croyons que les mutations observées à la même époque en éducation sont des raisons plus plausibles pour expliquer l'implantation rapide de l'enseignement assisté par ordinateur.

1.1 LE CONTEXTE PEDAGOGIQUE DE L'ARRIVEE DE L'ORDINATEUR

L'intérêt de l'arrivée de l'ordinateur en éducation ne serait sans doute pas aussi grand, si parallèlement, la pédagogie américaine surtout, n'avait pas également cherché à se créer des voies nouvelles, plus conformes aux exigences nouvelles de l'éducation. Audoin (1971, p. 14) prétend que:

> *Les impératifs de la fonction éducative correspondent aux comportements de l'individu dans la société... dans le temps... et dans son mode d'enrichissement personnel, c'est-à-dire:*
>
> - *apprendre à apprendre et non plus, apprendre pour apprendre, c'est-à-dire préférer l'enseignement des méthodes de travail ou de recherche, à l'encyclopédisme;*

- *apprendre à choisir dans la masse des connaissances nouvelles en fonction des besoins de chacun, à une époque donnée;*

- *apprendre à acquérir des comportements individuels et sociaux.*

Réorientation de la mission dévolue à l'éducation, certes, mais parallèlement, on assiste aussi à la fusion de deux tendances qui se sont développées séparément au cours des deux décades précédentes et qui dorénavant ne formeront qu'une seule discipline connue sous le nom de technologie de l'éducation (Watson, 1972). L'une de ces tendances se caractérise par l'application d'appareils mécaniques et électroniques, d'instruments et de quincaillerie divers au processus éducatif, afin de faire une présentation plus efficace du message éducatif. L'autre tendance, quant à elle, se réfère davantage à l'application de concepts scientifiques découlant des sciences du comportement, des sciences de communication, de la cybernétique, etc. (Watson, 1972). B.F. Skinner a sans doute été celui qui a donné l'impulsion la plus forte à cette dernière tendance. A cause de l'influence formidable que les théories de cet homme ont eue - et continuent d'avoir - sur l'évolution des applications pédagogiques de l'ordinateur, il s'avère nécessaire de faire un arrêt pour examiner les apports de l'enseignement programmé dont Skinner est sans conteste le père spirituel (Saettler, 1968; Crépeau, 1972).

1.1.1 La contribution de l'enseignement programmé

Les premiers chercheurs à s'intéresser à l'enseignement par ordinateur provenaient souvent du domaine de l'enseignement programmé. Les informaticiens même recouraient volontiers à cette technique pour écrire les cours qu'ils voulaient entrer en ordinateur. Comme résultat de cette politique, nous disposons aujourd'hui de milliers d'heures d'enseignement par ordinateur apparentées à l'enseignement programmé (Barnes et Schrieber, 1972; Baumann, 1969; Hansen, 1970; Haye et Wang, 1973; Hickey, 1972; Lekan, 1970; Lyman, 1970; Nault, 1972; Razik, 1971; Tarrant, 1970). La tentation est par conséquent forte de vouloir associer l'enseignement par ordinateur à l'enseignement programmé. Mais même si cette stratégie pédagogique a donné d'excellents résultats, nous pensons qu'il est dangereux de vouloir limiter l'utilisation de l'ordinateur pour fins d'enseignement à cette seule dimension. En effet:

> *l'enseignement assisté par ordinateur nous place plusieurs ordres de grandeur en avant de la technologie courante de l'enseignement programmé, et peut-être au seuil de la pensée technologique la plus importante de ce siècle.*
> *(Bundy, 1967)*

Si jamais l'enseignement assisté par ordinateur devait effectivement confirmer l'assertation de Bundy, il n'en demeure pas moins que nous devons un certain nombre de contributions de première importance à l'enseignement programmé. Ce dernier a ainsi mis en relief

la primauté de l'individu dans le processus d'apprentissage, soulignant par la même occasion la nécessité d'un enseignement individualisé (Gentile, 1967). En cas d'échec, ce n'est donc plus le seul étudiant qui est mis en cause, mais également la méthode d'enseignement (Glaser, 1969; Planque, 1973). En fait, l'enseignement programmé a été le premier à se donner une démarche scientifique (Gentile, 1967; Planque, 1973) basée sur des principes issus de la psychologie expérimentale.

1.1.1.1 L'apport des pionniers de l'enseignement programmé

En tant que mouvement bien défini, conscient de son existence propre, l'enseignement programmé est récent. Pour être précis, on peut dire que l'enseignement programmé a pris naissance avec la parution de l'article de B.F. Skinner The Science of Learning and the Art of Teaching (1954).

En fait, ce n'est pas Skinner qui a "inventé" l'enseignement programmé, ni même les principes fondamentaux qui le sous-tendent. Même si certains (Saettler, 1968; Phillips, 1971; Corey, 1967) n'hésitent pas à retracer les sources de l'enseignement programmé jusqu'à l'antiquité avec Socrate en passant par Comenius et Descartes et, plus près de nous, par Maria Montessori, il semble plus réaliste de considérer Sidney L. Pressey (1926)

comme le premier à avoir véritablement entrevu la naissance de l'enseignement programmé (Pocztar, 1971; Phillips, 1971; Stolurow, 1966; Audoin, 1971; Houziaux, 1972). Les travaux de Pressey sont cependant eux-mêmes redevables à d'illustres précurseurs. C'est ainsi qu'un des principaux concepts sous-jacents à l'enseignement programmé, celui du renforcement, est directement issu des travaux de Thorndike (U.S. Civil Service Commission, 1970). Tout en s'inspirant des travaux de Ivan Pavlov sur le conditionnement répondant (Houziaux, 1972) Thorndike s'en dissocie dans la mesure où il s'intéresse davantage aux faits psychologiques que physiologiques de l'apprentissage. Il observe ainsi *qu'une réponse se fixe d'autant mieux qu'elle est liée à une satisfaction* (Pocztar, 1971; p. 33). La notion de satisfaction s'est rapidement rétrécie pour ne plus signifier que "récompense". La loi de Thorndike revient donc à dire qu'une réponse, pour être apprise, doit être récompensée (U.S. Civil Service Commission, 1970). Watson, élève de Thorndike prétend qu'il n'est pas permis d'interpréter les expériences sur le conditionnement répondant. Il ne faut *s'en tenir qu'à ce qui est observable et qu'on peut contrôler, c'est-à-dire, très précisément, au stimulus et à la réponse* (Pocztar, 1971; p. 34). Ce qui ne signifie pas qu'entre les deux termes il ne se passe rien; seulement, toute explication à ce sujet ne peut qu'être hypothèse incontrôlable. Par contre, à partir de ce qui est observable, Watson prétend pou-

voir dégager des lois d'apprentissage (ou de comportement). Les plus importantes sont celles de proximité, d'exercice et d'effet:

Proximité: *cela signifie la tendance à répéter la dernière réponse donnée parce qu'elle est la plus proche.*

Exercice: *une réponse se fixe d'autant mieux qu'elle est plus souvent répétée.*

Effet: *les réponses correctes sont plus facilement reproduites, ce qui multiplie les effets des lois précédentes.*

(Pocztar, 1971; p. 36)

En se basant sur les lois d'apprentissage dégagées par Watson et Thorndike, Pressey construisit un petit appareil destiné à contrôler les connaissances de ses étudiants. Or, surprise, cet appareil en fournissant une réponse immédiate à la question posée, permettait de corriger l'erreur. Pressey en déduisit que son appareil pouvait aussi enseigner (Pocztar, 1971; U.S. Civil Service Commission, 1970). Déjà on y distinguait quelques-unes des caractéristiques de l'enseignement programmé: mise en évidence du renforcement, morcellement de la matière, progression de l'apprentissage (Houziaux, 1972). Pressey devient ainsi le premier à combiner les données de la psychologie et les apports de la technologie et à entrevoir les effets

prometteurs de ce mariage. Malheureusement pour lui, la conjoncture socio-économique n'était pas prête à recevoir ses idées (Phillips, 1971; Saettler, 1968; Pocztar, 1971; Stolurow, 1966).

Il faudra finalement attendre une vingtaine d'années pour que Skinner remette en lumière - et les développe - les lois et théories mis en évidence par Pressey et ses prédécesseurs.

A partir de nombreuses expériences effectuées à l'aide de pigeons, rats, et autres animaux, Skinner a développé sa théorie du conditionnement opérant (Saettler, 1968; Pocztar, 1971). Selon lui il existe une classe de réponses qui permettent à celui qui apprend - homme ou animal - d'avoir personnellement prise sur son environnement. Ces réponses, appelées des "opérants", peuvent être renforcées selon des techniques bien définies (c.-à-d. le conditionnement opérant) lorsqu'on les met en présence de certains stimuli (U.S. Civil Service Commission, 1970). Il est important de remarquer que dans la théorie du conditionnement opérant, le stimulus important n'est pas celui qui précède une réponse, mais bien celui qui la suit (Saettler, 1968). Autrement dit, si on récompense le sujet pour l'action accomplie, il aura tendance à la répéter, d'où renforcement de la réponse attendue. Pour provoquer la fixation de la réponse, il ne s'agit donc pas tant de répéter un acte, que de répéter la récompense à la réponse attendue (Pocztar, 1971). En

fait, ce n'est pas la réponse elle-même qui est renforcée, mais plutôt la tendance générale à faire la réponse. La théorie du conditionnement opérant veut donc que lorsqu'un opérant se manifeste et qu'on le fait suivre d'un stimulus de renforcement, c'est la probabilité de manifestation de l'opérant qui est accrue (Saettler, 1968). L'idée de "récompense" de Thorndike s'est donc transformée chez Skinner en "renforcement". Même s'il est difficile d'identifier des renforcements spécifiques, il n'en demeure pas moins que certaines classes de renforcements sont suffisamment générales pour renforcer une grande variété d'opérants. C'est le cas notamment de la "connaissance des résultats" ou de la "rétroaction" (Saettler, 1968). Enfin, les lois du comportement de Watson sont réunies en une seule qui peut s'énoncer plus simplement: *une réponse correcte, lorsqu'elle est récompensée, entraîne sa répétition* (Pocztar, 1971; p. 45).

L'enseignement programmé comtemporain résulte donc d'une évolution historique redevable à plusieurs des grands noms de la psychologie.

Celui de Skinner les domine cependant tous, non seulement par son effort de promotion, mais surtout par sa contribution au cadre théorique de l'apprentissage, lequel n'a pas manqué de donner à l'enseignement programmé son apparente rigueur scientifique (Hartley, 1974).

1.1.1.2 Les principes généraux de l'enseignement programmé

L'enseignement programmé est donc loin de la simple technique, ou stratégie d'enseignement. Il se présente au contraire comme l'application pratique d'un ensemble de lois expérimentalement éprouvées (Pocztar, 1971). Pour provoquer des changements de comportement, c.-à-d. de l'apprentissage, il faut organiser une cédule de renforcement afin de "récompenser" le comportement attendu à des points appropriés (Richmond, 1967). Skinner (1953, p. 153) nous décrit la démarche à suivre:

> *Tout le processus pour acquérir la compétence dans un domaine donné doit être divisé en un très grand nombre de pas très petits, et le renforcement doit découler de l'accomplissement de chaque pas. ... En rendant chaque pas successif aussi petit que possible, on augmente la fréquence de renforcement à son maximum, tandis que les éventuelles conséquences adverses découlant du fait de se tromper sont réduites au minimum.*

Selon Skinner il s'agit là de l'essence-même de tout enseignement programmé (Saettler, 1968; Pocztar, 1971). Par la suite, on a quelque peu élargi et précisé la structure de l'enseignement programmé qui comprenait, à ses débuts, les éléments suivants:

a) l'élève doit travailler individuellement;

b) l'élève doit travailler à son propre rythme;

c) l'élève doit travailler par petits pas;

d) chaque petit pas doit s'intégrer dans une séquence soigneusement établie;

e) l'élève doit répondre activement à chaque petit pas qu'il fait;

f) l'élève doit immédiatement être mis au courant de la pertinence de sa réponse.

(Hartley, 1974; MacKenzie et al., 1971; Gentile, 1967; Audoin, 1971; Pocztar, 1971; Richmond, 1967; Ferland et Avon, 1967).

Nous avons vu les raisons qui expliquent l'existence des petits pas en enseignement programmé. Pocztar (1971, p. 49 et 50) précise les autres éléments: les élèves doivent travailler activement parce que les exercices leur permettent d'assimiler l'unité de savoir. Ces exercices assimilés devront aboutir à la réussite qui seule sera récompensée, et de ce fait ils fixeront le savoir. L'erreur doit donc être évitée, car elle empêche l'apprentissage de se faire. Pour savoir qu'il a réussi - et donc être récompensé - l'élève doit vérifier immédiatement si sa réponse était correcte. Pour favoriser l'apprentissage, il faut que celui-ci progresse de façon logique, c.-à-d. qu'il s'inscrive dans une série de séquences d'enseignement passant progressivement à des comportements de plus

en plus complexes. Enfin, l'élève progresse à l'allure qui lui convient, car la vitesse d'apprentissage augmentera d'elle-même à mesure que les renforcements se feront de plus en plus nombreux.

Depuis ses débuts, l'enseignement programmé, comme concept et comme méthodologie d'enseignement a considérablement évolué. A mesure que le doute s'est installé au sujet de chacun des éléments préconisés par Skinner (MacKenzie, 1971; Hartley, 1974; Richmond, 1967; Planque, 1973), l'enseignement programmé s'est davantage approché d'une technologie de l'éducation. Hartley (1974, p. 286) dresse un tableau comparatif des éléments constituants de l'enseignement programmé à différentes époques (voir tableau, p. 14).

La quintessence de l'enseignement programmé moderne semble se trouver dans les démarches suivantes, étroitement interreliées:

1) détermination des objectifs pédagogiques;

2) détermination du cheminement le plus approprié pour atteindre les objectifs visés;

3) évaluation de l'efficacité du programme d'enseignement;

4) amélioration du programme d'enseignement à partir de l'évaluation.

Tableau 1: La nature changeante de l'enseignement programmé

1954	1961	1968	1974
	objectifs de comportement analyse de tâche	analyse de tâche objectifs de comportement analyse de contenu	analyses systématiques et contraintes niveau des objectifs technique de structuration du matériel
petits pas réponses ouvertes renforcement progression autonome	petits pas séquences logiques réponses actives rétroaction immédiate progression autonome	structure de tâche et stratégies d'enseignement correspondantes présentation en tant que problème de communication	structure de tâche et méthodes stratégies et tactiques d'enseignement correspondantes présentation en tant que problème de communication; problème d'apprentissage à partir de textes, diagrammes, etc.; décisions d'enseignement appropriées différences individuelles et méthodes d'apprentissage
révision	évaluation: 1- révision 2- études comparatives	évaluation: révision	évaluation des 1- objectifs et méthodes 2- techniques: rétrospective et prise de décision concurrente évaluation à titre d'éclaircissement

Tableau 1: La nature changeante de l'enseignement programmé (suite)

1954	1961	1968	1974
			installation et implantation formation des maîtres en service

Source: (Hartley, 1974, p. 286)

(Hartley, 1974; Corey, 1967; Blount et Tennyson, 1972; Lenn et Maser, 1971; Fréminé, 1969; MacKenzie et al., 1971). Compris dans son sens étendu, l'enseignement programmé pourrait donc se reconnaître dans cette définition de Gagné rapportée par Perriault (1969, p. 18):

> *Création de modèles didactiques où sont pris en compte les comportements initiaux et terminaux de l'élève, dont la progression est connue de façon planifiée et détaillée, et tels que les stratégies soient mesurées en cours d'exécution.*

Cette définition d'enseignement programmé nous semble cependant s'approcher davantage de la définition d'une technologie de l'éducation (Lange, 1968; N.C.E.T.*, 197?; Tickton, 1970). Nous préférons finalement retenir la définition que donne Gauthier (1968, p. 12) parce qu'elle décrit une conception plus restreinte, plus spécifique de ce à quoi nous pensons en utilisant les vocables "enseignement programmé":

> *... C'est une technique d'auto-instruction, un procédé d'individualisation de l'enseignement qui repose sur des bases expérimentales et qui applique les meilleurs principes de l'école active. De plus, cette méthode permet de transmettre des connaissances sans l'intervention directe d'un professeur tout en respectant, dans la mesure du possible,*

---

* Selon un feuillet publicitaire du National Council for Educational Technology

> *les caractéristiques propres de chaque élève. Elle se distingue par un mode particulier de présentation de la matière, par l'adaptation au rythme de travail de chaque individu, par la participation active et soutenue de l'étudiant et enfin, par le contrôle immédiat de ses démarches intellectuelles.*

Quelle que soit la réelle nature de l'enseignement programmé, ce dernier oblige celui qui s'en sert à une explication totale de la démarche pédagogique (Perriault, 1969). Reste à voir si cette dernière est aussi monolithique que nous pourrions le croire.

1.1.1.3 Deux écoles de pensée, deux formats de présentation

Comme nous l'avons vu, l'approche skinnérienne à l'enseignement programmé repose sur la notion du conditionnement opérant visant à provoquer des réponses correctes par l'élève. La réponse de l'élève constitue en effet une partie intégrante du processus d'apprentissage,et, comme telle, elle constitue une fin en soi (Crowder, 1964). Pour se réaliser l'apprentissage doit donc se dérouler à l'intérieur d'un format bien défini, connu sous le nom de "programme linéaire". Celui-ci se présente sous forme d'une série de séquences, elles-mêmes constituées d'"items" très courts formant par là *une longue chaîne de courts maillons bien soudés les uns aux autres* (Gauthier, 1968, p. 16). Chaque item,

ou élément, peut se décomposer en trois parties distinctes:

1) une zone d'information;

2) une "zone stimulatrice" constituée d'une question ou d'un problème et

3) une zone de réponse pour l'élève.

(Gauthier, 19( ).

La réponse exigée est généralement de type "ouvert" et requiert que l'élève inscrive lui-même la réponse (Crowder, 1964; Saettler, 1968; Houziaux, 1972; Pocztar, 1971; Davies, 1972). L'élève vérifie immédiatement l'exactitude de la réponse donnée, soit en tournant de page, soit en soulevant une "cache", et à la vue de la bonne réponse, il se trouve récompensé. Ceci fait, le prochain item est présenté à l'élève et celui-ci passe par le même procédé jusqu'à la fin du programme.

Un programme skinnérien jugé acceptable, ne fait pas faire plus de 5 à 10% d'erreurs à l'élève (King, 1971; Saettler, 1968; Pocztar, 1971; Houziaux, 1972). En effet, Skinner nous enseigne que l'erreur est un obstacle à l'apprentissage. Pour qu'un aussi haut niveau de réussite puisse être atteint, il faut donc recourir à certaines techniques

auxiliaires. *D'un item à l'autre, il y a souvent recouvrement sémantique* [*et*] *la répétition est de rigueur* (Houziaux, 1972; p. 75). Les items sont très courts et on fournit des indices de réponse (cueing, prompting).

Ces techniques de présentation l'emportent d'emblée quant au nombre de programmes conçus (Schramm, 1964; Gilman, 1972; Houziaux, 1972). Mais, nécessairement faciles, s'adressant à un groupe d'élèves prédéterminé, les programmes skinnériens ne s'adaptent guère aux différences individuelles (Shure, 1967; Davies, 1972). Seul le rythme d'apprentissage est individualisé (Houziaux, 1972).

C'est justement un des points de divergences de Norman Crowder, qui préconise lui, une programmation tenant compte des différences individuelles dans les performances des élèves (Davies, 1972; King, 1971; U.S. Civil Service Commission, 1970; Shure, 1967; Pocztar, 1971). De fait, entre l'enseignement programmé linéaire préconisé par Skinner, et l'enseignement programmé intrinsèque - ou ramifié - de Crowder, il n'y a ni lien historique, ni lien théorique (Crowder, 1964).

Quoi que puissent penser certains auteurs (Gauthier, 1968; U.S. Civil Service Commission, 1970; Montmollin, 1971) les similarités observées entre les deux types d'enseignement programmé ne

sont dues qu'au hasard (Crowder, 1964). C'est ainsi que le théoricien de l'école skinnérienne se basera sur un modèle du processus éducatif lorsqu'il procède à un acte pédagogique. Chez lui la théorie vient en premier, et les techniques utilisées en découlent directement. La situation en enseignement programmé crowdérien est précisément l'inverse. Ici point de théorie particulière où aller puiser, si ce n'est aux sources du sens commun. On décrira plutôt une technique capable d'assumer certaines fonctions éducatives. C'est ainsi que:

> *Le programmeur intrinsèque ne prétend pas avoir redécouvert quoi que ce soit de neuf en apprentissage, mais plutôt avoir développé une technique nouvelle permettant l'implantation plus efficace de vieux concepts éducatifs.*
> *(Crowder, 1964; p. 144-145)*

Pour Crowder (1960) le problème majeur consiste à contrôler le processus de communication par le biais de la rétroaction. La réponse de l'élève servira de critère pour mesurer l'efficacité de la communication. En cas d'échec, la réponse servira à orienter les actions correctives. L'accent est ainsi mis sur les aspects didactiques du problème d'apprentissage (Houziaux, 1972). Plus concrètement, l'élève est mis en situation de dialogue ou de préceptorat avec le programme (Gauthier, 1968; Houziaux, 1972; Saettler, 1968).

La technique crowdérienne est simple. Au départ, on présente à l'élève un court texte du contenu à apprendre, et on fait suivre ce texte d'une question à choix multiple afin de vérifier le degré de compréhension de l'élève. L'élève choisit alors la réponse qui lui semble être la plus appropriée. Comme chaque choix de réponse possible réfère à un numéro de page différent, l'élève ouvrira alors son livre à la page suggérée par la réponse qu'il a retenue. Si la réponse choisie est la bonne, il trouvera alors un texte qui fera suite à l'information déjà reçue. A la fin d'un nouveau texte, il retrouvera encore une question à choix multiple, et ainsi de suite jusqu'à la fin du programme. Cependant si la réponse choisie n'était pas la bonne, il trouvera en tournant son livre à la page indiquée, un texte qui discutera le type d'erreur commise ainsi qu'une information présentant le contenu initial de manière différente. Le programme référera l'élève à la séquence principale d'information, dès qu'il aura choisi les types de réponse qui semblent indiquer qu'il a compris le contenu initial (Crowder, 1964; Houziaux, 1972; Saettler, 1968; Briggs, 1968).

Le format de présentation du texte de Crowder est quelque peu original. S'inspirant d'une proposition déjà émise par Thorndike (Gilman, 1972), les items du programme ne se suivent pas de façon consécutive ou de manière logique. Au contraire

les pages suggérées à chaque choix d'une question ne se suivent dans aucun ordre établi. On assiste donc à un ensemble de pages brouillées (d'où le nom de livre "brouillé"). L'élève n'a donc théoriquement aucune autre alternative que de suivre les recommandations de chaque question, sous peine de ne pas se retrouver intelligemment à l'intérieur du livre (Crowder, 1964).

A l'examen, on peut donc constater que les items de Crowder et de Skinner comportent des éléments communs: une zone informative et une zone de question (Gauthier, 1968; Pocztar, 1971). Pourtant, il ne faudrait pas confondre. En effet, l'information de Crowder possède une densité, une complexité que ne possède pas celle de Skinner, et surtout, la zone d'information de chaque embranchement (item découlant du choix fait à l'item antérieur) peut être passablement longue (Houziaux, 1972; Pocztar, 1971; Gauthier, 1968).

La réponse elle-même est de nature différente: ouverte chez Skinner, elle est fermée chez Crowder. Fin en soi pour Skinner, la question devient pour Crowder un moyen de tester la compréhension de l'élève, et surtout une indication pour diriger le cheminement de l'activité éducative de l'élève (Pocztar, 1971; Houziaux, 1972; Davies, 1972). Enfin, l'erreur honnie chez Skinner, devient un instrument de diagnostic pédagogique chez Crowder. Aussi les réponses erronnées proposées au choix de l'élève ne sont-elles pas le fruit du hasard, mais bien le ré-

sultat d'expérimentations antérieures (Gauthier, 1968), ce qui permet de disposer d'erreurs plausibles (Houziaux, 1972) diagnostiquant des causes d'incompréhension plausibles. De fait, c'est ce point qui souligne la différence fondamentale entre les théories de Skinner et les techniques de Crowder. Dans un cas, la réponse participe de l'acte d'apprentissage, alors que:

> *En programmation intrinsèque* les questions ont surtout un but diagnostic, le fondement de la technique consiste à utiliser rapidement ce diagnostic en vue de présenter un matériel didactique correctif à l'élève.*
> *(Crowder, 1964; p. 147)*

La progression du savoir de l'élève est ainsi individualisée, puisque s'adaptant *à la manière dont chaque élève appréhende le contenu enseigné* (Pocztar, 1971; p. 75).

A partir de la nature différente des types linéaire et intrinsèque de l'enseignement programmé, on a voulu croire que les programmes intrinsèques peuvent traiter de contenus plus abstraits, plus théoriques, plus conceptuels (Houziaux, 1972).

---

* "Intrinsèque" dénote que le programme contient en lui-même les mécanismes pour décider du cheminement subséquent. On parlera de programme "extrinsèque" lorsque le cheminement est déterminé par les décisions externes au programme (p. ex.: programme linéaire ou programme adaptatif d'un ordinateur).

De fait, la programmation intrinsèque serait *plus particulièrement adaptée aux matières où les erreurs de raisonnement sont possibles* (Weill-Fassima, 1969; p. 51). Il est par conséquent difficile à comprendre que les résultats de la recherche n'aient pu, à ce jour, établir de différence significative en faveur de la technique de Crowder (Pocztar, 1971; Briggs, 1968).

Quels que puissent être les avantages de l'une ou l'autre des principales approches à l'enseignement programmé, celui-ci a introduit une conception nouvelle de la gestion de l'acte pédagogique en proposant l'utilisation des machines à enseigner.

1.1.2 Les machines à enseigner

Il est difficile de retracer le moment exact de la première utilisation d'une machine à enseigner en éducation. Skinner (1960) prétend que la publication de l'article de Pressey (1926) sur son appareil de testing et d'enseignement est à l'origine du mouvement des machines à enseigner. Le U.S. Patent Office (Gilman, 1972) signale pourtant un brevet pour une machine à enseigner enregistré au nom de H. Chard dès 1809. Mellan (1970), quant à lui, prétend que la première machine qui ait véritablement répondu aux critères actuels d'une machine à enseigner, est celle

inventée en 1866 par Haylcon Skinner. Ce qui est cependant certain, c'est que les origines des machines à enseigner et de l'enseignement programmé sont indissolublement liées, et qu'il convient donc d'attacher aux précurseurs des machines à enseigner les noms des précurseurs de l'enseignement programmé. Pressey, de toute façon, considérait que l'avancement dans les sciences [de l'apprentissage] dépendait des progrès technologiques réalisés par ces mêmes sciences (Gentile, 1967) tout en libérant le maître de certaines tâches éducatives (Phillips, 1971).

L'argumentation de Skinner est d'un autre ordre. Pour lui l'enseignant, en tant qu'agent de renforcement, est dépassé et il faut utiliser des appareils mécaniques ou électriques si l'on veut assurer un contrôle efficace de l'apprentissage d'un être. La machine encourage les élèves à jouer un rôle actif dans le processus éducatif, parce qu'ils doivent construire les réponses avant de pouvoir être renforcés (Saettler, 1968). Enfin, la nature cybernétique de l'enseignement programmé favorise une utilisation-machine (Gauthier, 1968) et l'éducation était sans doute le dernier domaine où l'automatisation ne se fût pas encore manifestée (Stolurow, 1965).

1.1.2.1 Les machines à enseigner et l'enseignement programmé

Il y a maintenant cinquante ans que Pressey (1926) a décrit une machine simple ayant pour fonction principale de tester et pour fonction seconde d'enseigner. Cette machine consistait en un tambour sur lequel était inscrite une série de questions à choix multiple, rendue visible à travers une petite fenêtre de la machine. Selon la position donnée à un certain levier, il était possible de donner à la machine une fonction de testing ou d'enseignement.

Pour répondre à la question, l'élève devait pousser un des quatre leviers de réponse de la machine. En position de testing, la machine se contentait d'enregistrer les réponses correctes, et après chaque essai une nouvelle question était présentée. En position d'enseignement, à la suite d'une réponse correcte, la machine affichait une nouvelle question. En cas de mauvaise réponse, la question restait affichée dans la petite fenêtre. L'élève continuait jusqu'à ce qu'il ait trouvé la bonne réponse, ce qui provoquait alors la présentation d'une nouvelle question (Brahan, 1967; Gavini, 1969; Saettler, 1968; U.S. Civil Service Commission, 1970). Ultérieurement Pressey apporta des changements à sa machine. Celle-ci, après avoir posé la série de questions deux fois, éliminait les questions auxquelles l'élève avait répondu correctement deux fois pour ne continuer à présenter que celles qui avaient été manquées. Lorsque l'élève avait répondu correctement deux fois à chaque ques-

tion, la machine s'arrêtait automatiquement (Brahan, 1967; Pressey, 1960; King, 1971).

Les machines de Pressey étaient aussi perfectionnées que les machines à enseigner élaborées dans les années cinquante et soixante. Trois caractéristiques significatives les définissent:

1) elles présentent de l'information (stimulus);

2) elles donnent une réponse;

3) elles fournissent du renforcement.

(Brahan, 1967; Stolurow, 1965).

Par ailleurs elles s'adaptent au rythme de progression de l'élève (Brahan, 1967).

Pressey, quoique fermement convaincu que l'enseignement automatisé provoquerait un jour une véritable révolution industrielle en éducation, abandonna ses travaux sur les machines en 1932, faute de financement (Saettler, 1968).

Il faudra attendre trente ans pour que les prophéties de Pressey soient réalisées, grâce à Skinner. La machine inventée par celui-ci présentait un programme écrit sur un rouleau de papier. Le programme progressait par petites étapes jusqu'à la fin du rouleau. Avant de passer à l'é-

tape suivante l'élève était tenu de donner une réponse. Une version ultérieure de la machine de Skinner présentait le programme à l'aide d'un disque comprenant 30 items. Avec cette machine l'élève devait écrire la réponse sur un papier présenté à travers une petite fenêtre de la machine. La réponse donnée, le disque avançait de manière à exposer la bonne réponse qui pouvait ainsi être comparée avec celle fournie par l'élève. Celui-ci devait pousser sur un bouton pour indiquer si oui ou non les deux réponses correspondaient. Ceci fait, un nouvel item était présenté. La même procédure était répétée jusqu'à la fin du programme (Brahan, 1967).

Les machines de Skinner et de Pressey se ressemblent beaucoup. La différence importante se situe au niveau de la réponse: Skinner élimine le choix multiple et lui substitue une réponse écrite (Brahan, 1967; U.S. Civil Service Commission, 1970; King, 1971).

Skinner a, bien sûr, attiré l'attention sur la machine à enseigner. Mais même si c'est la machine qui a capté l'imagination du milieu - commercial surtout - (Saettler, 1968; U.S. Civil Service Commission, 1970) il n'en demeure pas moins que Skinner, contrairement à Pressey, a davantage placé l'accent sur le programme que sur la machine (Stolurow, 1965; Brahan, 1967). Il est vrai que pour Pressey l'enseignement par machine ne devait servir que de façon complémentaire, alors que Skinner

considérait l'enseignement par machine comme une méthode auto-suffisante d'enseignement (Stolurow, 1965; Brahan, 1967).

Crowder, quant à lui, a réintroduit la question à choix multiple avec son Autotutor. Cette machine, capable - entre autre - de projeter de petits films, est dotée de plusieurs boutons. L'élève pousse le bouton qui correspond à son choix de réponse. Ce faisant il active l'arrivée du prochain item d'information. Cette machine permet par conséquent un certain degré d'adaptabilité (Brahan, 1967; Audoin, 1971).

Les machines de Pressey, Skinner et Crowder sont bien connues à cause de la renommée de leurs protagonistes. N'empêche que de nombreuses autres machines, de nature et de complexité diverses ont vu le jour.

1.1.2.2 Types de machines à enseigner

> *Une machine à enseigner est un mécanisme d'instruction que l'on utilise pour produire des changements systématiques de comportement auprès d'un élève. Les réponses de celui-ci face à la matière présentée déterminent le fonctionnement ultérieur du mécanisme.*
>
> *(Stolurow, 1966; p. 145)*

Cette définition d'une machine à enseigner se réfère à un ensemble de fonctions et non pas à une

entité physique (Stolurow, 1966). Il est par conséquent important de noter que ce sont les caractéristiques psychologiques qui définissent la machine (Stolurow, 1965). Dans son sens large, la machine s'identifie à son programme c'est-à-dire à la mise en oeuvre d'une programmation logique et contrôlable, quel que soit l'appareillage utilisé (Gavini, 1969).

Selon Porter et Pressey, tels que rapportés par Gavini (1969), une machine à enseigner se caractérise par huit propriétés:

1) fonction de présentation: présentation d'information ou de questions;

2) fonction de réponse: une réponse est donnée à l'élève;

3) fonction de comparaison: l'élève compare sa réponse à celle fournie par la machine;

4) fonction de rétroaction: la machine fournit la connaissance de la réponse exacte;

5) fonction de programmation: l'information donnée est toujours explicitée;

6) fonction de progression: l'enseignement doit être progressif;

7) fonction de contrôle: la machine contrôle l'ensemble des opérations;

8) fonction sélective: la machine rejette les questions auxquelles on a bien répondu.

Si c'est cet ensemble de fonctions qui définit la machine à enseigner, alors le nombre de types de machines est limité, encore que la quantité de machines ait pu être très grande (Stolurow, 1966). Porter (1960) a ainsi tenté de classer les machines en appareils à stimulus, appareils à réponse et appareils stimulus-réponse: c'est ce dernier type de machine qui était considéré comme étant le plus efficace. Gavini (1969), choisit de classer les machines en fonction de leur degré d'adaptabilité. Il distingue ainsi:

1) les machines non adaptatives ou pseudo-machines à enseigner, où le déroulement du programme est le même pour tous, que l'élève ait compris ou non;

2) les machines partiellement adaptatives; ici encore les élèves passent tous par les mêmes items, mais chacun ne peut passer à l'item suivant que s'il a donné la bonne réponse. Ce type de machine fournit une rétroaction à l'élève et enregistre les réponses;

3) les machines adaptatives; en plus des propriétés des machines précédentes, ce type d'appareil est en mesure de modifier l'enseignement en fonction des erreurs commises par l'élève. A la limite ces machines deviennent des ordinateurs.

Perriault (1969) classe les machines à enseigner en fonction de leur complexité croissante. Il retient ainsi successivement:

1) le livre, linéaire ou ramifié;

2) le présentoir, simple rouleau de papier présentant un programme;

3) la station d'interrogation collective: l'auteur n'est pas sûr s'il s'agit bien d'une machine à enseigner puisqu'il y a intervention du maître;

4) les machines à enseigner au sens restrictif: dispositifs relativement complexes, elles dispensent le cours à l'aide de films fixes, présentent des questions à choix multiples et sont parfois munies de compteurs;

5) les calculateurs spécialisés qui sont capables d'analyser certains comportements;

6) enfin, les calculateurs universels théoriquement disponibles à toutes les avenues.

A la limite, la dernière catégorie de Gavini, la machine adaptative, et certainement les catégories 5 et 6 de Perriault sortent déjà des catégories strictes de la machine à enseigner pour empiéter sur l'enseignement assisté par ordinateur. Mais étant donné l'échec du mouvement des machines à enseigner (Icart, 1969; Gotkin et McSweeney, 1967) les espoirs se sont portés vers la "deuxième révolution des machines à enseigner" (Gotkin et McSweeney, 1967) qui devait résulter de l'emploi de l'ordinateur à des fins pédagogiques.

1.1.3 Les premiers essais pédagogiques de l'ordinateur

L'ordinateur est considéré comme un maillon important dans l'évolution de l'enseignement programmé (Yeo, 1972), car si des machines aussi simples que celles de Pressey ou de Skinner pouvaient enseigner, alors des ordinateurs, "en ligne", devaient être vraiment capables de s'adapter aux différences individuelles en incorporant des fonctions de branchement comme celles utilisées par Crowder (Gentile, 1967).

La possibilité d'utiliser l'ordinateur comme machine à enseigner a été démontrée pour la première fois par la société I.B.M. en 1958 (Rath et al., 1959; Gentile, 1967; Starkweather, 1970). En fait l'expérience rapportée par Rath et ses collègues n'utili-

sait pas l'ordinateur comme machine à enseigner, mais plutôt comme un instrument de simulation d'une machine à enseigner. Les chercheurs de I.B.M. pensaient en effet que l'idée de mettre des élèves directement en contact avec l'ordinateur était peu réaliste sur un plan économique. D'autres compagnies, telles Bolt, Beranek and Newman, Systems Development Corp. p. ex., ont cependant continué des recherches pour examiner la possibilité d'impliquer l'ordinateur dans l'acte d'enseigner (Starkweather, 1970). Les recherches universitaires - plus désintéressées économiquement - ont débuté à la même époque. Le premier effort pour mettre sur pied un système d'enseignement assisté par ordinateur fut sans doute celui de Plato (Programmed Logic for Automatic Teaching Operation) en 1959 à l'Université de l'Illinois (Yeo, 1972; Watson, 1972). Les buts de ce programme étaient de déterminer le potentiel de l'enseignement assisté par ordinateur en éducation et de tenter de concevoir un système valable tant sur le plan économique que pédagogique. Les 3 premières phases de ce programme, Plato I en 1959, Plato II en 1962 et Plato III en 1964, permirent de tirer les conclusions suivantes: l'enseignement assisté par ordinateur intéresse les élèves de tous âges et de tous les niveaux; la rétroaction fournie peut s'appliquer non seulement au processus d'apprentissage, mais aussi au processus d'enseignement; les leçons développées peuvent être modifiées sans difficulté; l'enseignement assisté par ordinateur est une voie vers l'individualisation dans un grand nombre de matières (Watson, 1972).

Un autre projet majeur a été lancé en 1963 par le Institute of Mathematical Studies in the Social Sciences de l'Université Stanford. Le but de ce projet fut de créer un laboratoire d'enseignement assisté par ordinateur dans une école élémentaire. On y a développé des cours en mode tutoriel et en exercices répétés (Watson, 1972, Yeo, 1972). Parallèlement, et en collaboration avec la firme I.B.M., on y a développé le système d'ordinateur I.B.M. 1500 et le langage de programmation Coursewriter II qui devinrent opérationnels en 1967 (Watson, 1972).

Vers les mêmes années on vit surgir d'autres projets: l'Université de Pittsburgh en 1964 expérimente des cours en enseignement assisté par ordinateur; en 1965 l'Université de Floride, en collaboration avec I.B.M. fonde un centre d'ordinateur ayant pour but de procéder à des évaluations comparatives de l'enseignement assisté par ordinateur allant de l'école maternelle jusqu'aux études doctorales; 1965 vit également des projets surgir à l'Université Harvard et à l'Université du Texas; la même année, enfin, naissait un système général d'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques à l'intérieur du district scolaire de Philadelphie (Watson, 1972; Yeo, 1972).

Echec du mouvement des machines à enseigner d'une part, relève de l'ordinateur d'autre part; mais en quoi l'ordinateur diffère-t-il, pour assurer le succès de l'enseignement automatisé?

1.2 LES INCIDENCES PEDAGOGIQUES DE L'ORDINATEUR

L'ordinateur est avant tout une machine qui supplée au *cerveau de l'homme, comme l'automobile supplée aux jambes de l'homme* (Bellavoine, 1971) en augmentant d'autant la mémoire et les possibilités logiques de l'homme. *C'est que l'ordinateur est un instrument universel, dont les opérations arithmétiques et logiques de base, quoique en nombre très limité, peuvent se prêter à une infinité de combinaisons...* (Houziaux, 1972, p. 119). Sans vouloir épuiser la liste des caractéristiques qui font de l'ordinateur un outil particulièrement intéressant en éducation, on peut signaler les faits suivants:

1) l'ordinateur possède une mémoire très vaste. On peut y entreposer des contenus pédagogiques très différenciés, de l'information concernant les élèves, les maîtres, les ressources didactiques, ou encore conserver des renseignements d'ordre administratif (Coulson, 1970; Richmond, 1967; Starkweather, 1970; Hartley et Sleeman, 1969; Bossone et Weiner, 1973);

2) l'ordinateur possède une capacité logique qui lui permet d'effectuer des opérations complexes d'analyse et d'exécution à partir des données contenues dans sa mémoire et les réponses des élèves. Il peut ainsi déterminer le programme d'enseignement, le mode d'enseignement et "évaluer" les progrès de l'élève (Richmond, 1967; Coulson, 1970; Starkweather, 1970; Houziaux, 1972);

3) l'ordinateur opère à des vitesses très élevées. Travaillant dans l'ordre des microsecondes, l'ordinateur est ainsi capable d'opérer de nombreuses opérations sans que l'usager s'en aperçoive (Richmond, 1967; Bossone et Weiner, 1973; Hartley et Sleeman, 1969; Coulson, 1970).

Ces caractéristiques donnent à l'ordinateur une flexibilité étonnante et des avantages pédagogiques exclusifs. L'ordinateur devient ainsi le point de contact unique à travers lequel on dispense, gère ou modifie de l'enseignement, et surtout, à travers lequel l'élève est en mesure de contrôler son propre apprentissage (Milner et Wildberger, 1974).

Plutôt que d'être soumis aux questions venant toujours de la machine, l'élève peut, dans un contexte ordinateur, à son tour poser des questions (Planque, 1973; Milner et Wildberger, 1974). On obtient alors des programmes davantage conçus comme un nuage de points, l'étudiant voyageant d'un point à l'autre, en fonction de ses besoins, et non plus selon des itinéraires décidés d'avance (Planque, 1973; p. 4). Dans la majorité des cas, il n'en reste pas moins que nous avons affaire à des programmes contrôlés par la machine. Ce contrôle est cependant directement lié aux caractéristiques globales de l'apprentissage de l'élève. Grâce à la quantité d'information spécifique enregistrée dans sa mémoire, il est possible de déterminer la séquence d'enseignement non plus en fonction de la dernière réponse fournie par l'élève, mais bien en se référant à un ensemble de réponses et de caractéristiques propres au

profil d'apprentissage de l'élève (National Council for Educational Technology, 1969; Houziaux, 1972; Coulson, 1970; Gilman, 1972). Il sera par la suite aisé de prescrire non seulement le programme d'enseignement approprié, mais également la stratégie d'enseignement la plus adaptée aux contingences révélées par le comportement de l'élève (Coulson, 1970).

En résumant les avantages pédagogiques de l'ordinateur, Carpenter (1970) insiste sur la capacité qu'a l'ordinateur de régler le moment, la durée et le type de présentation du matériel didactique, d'évaluer les réponses des élèves et de brancher les activités d'apprentissage en conséquence. Bundy (1971) en arrive à des conclusions similaires, alors que Suppes (1967) souligne surtout l'adaptativité aux différences individuelles, la correction automatique des réponses, l'enregistrement des résultats de l'élève et la présentation conséquente du matériel didactique.

Lorsqu'on situe les avantages pédagogiques de l'ordinateur dans le contexte plus large d'une théorie de l'apprentissage on se rend compte qu'il n'y a pas de différence de nature entre l'enseignement programmé et l'enseignement assisté par ordinateur, mais plutôt une différence de degré (National Council for Educational Technology, 1969). Enseignement par ordinateur et enseignement programmé reposent tous deux sur des hypothèses identiques concernant le processus d'apprentissage (Shure, 1967). Si l'enseignement programmé tout court permet une participation active de l'élève; un renforcement à chaque élé-

ment nouveau d'apprentissage et un rythme individuel d'apprentissage, il ne permet cependant pas facilement d'évaluer, de recenser les particularités individuelles et d'en tenir compte dans l'apprentissage. C'est justement ce que l'ordinateur apporte de vraiment neuf à l'enseignement. La différence essentielle réside dans le contenu pédagogique et dans la manière dont il est systématiquement organisé et contrôlé plutôt que dans la présentation-machine (National Council for Educational Technology, 1969). Malgré la diversité des systèmes d'enseignement basé sur ordinateur, il semble en émerger *l'idée fondamentale que l'enseignement consiste dans un dialogue, dans une interaction complexe entre un précepteur et un élève* (Houziaux, 1972; p. 59). Le paradigme par excellence de l'enseignement programmé a d'ailleurs toujours été celui du dialogue entre le précepteur unique et l'élève unique (Richmond, 1967). La capacité de mémoire, la puissance de la logique et la rapidité d'exécution de l'ordinateur permettent à celui-ci d'établir avec l'élève une interrelation à la fois dynamique et souple, de loin supérieure aux possibilités de l'enseignement programmé (Houziaux, 1972). La performance de l'élève est continuellement suivie et le rythme de progression et le niveau de difficulté varieront d'individu en individu (Richmond, 1967) selon des décisions prises en fonction des contraintes du moment (Block, 1970). L'ordinateur interprète donc les réponses et décide du branchement approprié non seulement en tenant compte de la dernière réponse, mais bien d'un ensemble de réponses précédentes et de caractéristiques d'apprentissage individuelles.

C'est donc avant tout dans le sens d'une individualisation de l'enseignement que l'ordinateur s'oriente (Bossone et Weiner, 1973; Watson, 1972; Shure, 1967; Gentile, 1967; Hansen, 1970). L'adaptativité de l'ordinateur, rendant possible l'individualisation de l'enseignement, semble être l'atout principal de l'ordinateur (Stolurow, 1965; Houziaux, 1972). Mais dans la mesure où les différences individuelles sont non seulement difficiles à cerner, mais également difficiles à traiter, il a fallu développer un nombre varié de modes d'utilisation de l'ordinateur.

2. LES GRANDS DOMAINES D'APPLICATION DE L'ORDINATEUR EN EDUCATION

A l'essai, l'ordinateur s'est révélé être un outil pédagogique de premier ordre. Non seulement permet-il l'emploi d'une variété presque infinie de stratégies pédagogiques (Hansen, 1970 b; Block, 1970; Perriault, 1969 b; Barbey, 1971; Houziaux, 1972; Laboratoire de pédagogie informatique, 1973; Levien, 1972, Meynard, 1975; Milner et Wildberger, 1974; Stolurow, 1968; Watson, 1972, National Council for Educational Technology, 1969), mais encore peut-il s'adapter à tous les niveaux d'enseignement. De la maternelle à l'université en passant par l'éducation des adultes et l'enfance inadaptée, l'ordinateur a été jugé prometteur et ce dans la plupart des disciplines académiques (Gentile, 1967; SIMEQ, 1972; Barnes et Schrieber, 1972; Baumann, 1969; Chevalier, 1974; Grégoire et Chevalier, 1974; Grégoire et Chevalier, 1974; Hansen, 1970; Haye et Wang, 1973; Hickey,

1972; Laboratoire de pédagogie informatique, 1973; Lekan, 1970; Lenn et Maser, 1971; Levien, 1972; Lyman, 1970; Nault, 1972; Razik, 1971; Scholer, 1973 a et b; Tarrant, 1970; Montour et al., 1975).

Considérant les nombreuses possibilités offertes par l'introduction de l'ordinateur en éducation, il est malheureusement difficile de définir un terme générique unique et adéquat, puisque l'appellation "enseignement assisté par ordinateur (E.A.O.)" peut à la fois s'appliquer à un type spécifique d'enseignement administré par l'ordinateur, et à l'ensemble de toutes les applications de l'ordinateur en éducation (Allen, 1973; Coulson, 1970; Watson, 1972; Hansen, 1970 b; Parkus, 1970).

Salisbury (1971) a dénombré pas moins de vingt et un termes se référant à des aspects inhérents à l'usage de l'ordinateur en enseignement. C'est peut-être la preuve d'une certaine confusion dans la terminologie employée, mais aussi un indice de la variété des applications pédagogiques possibles de l'ordinateur.

Il n'existe pas à l'heure actuelle de classification universellement acceptée concernant les applications de l'ordinateur dans le domaine de l'éducation et de l'enseignement. Salisbury (1971) en a proposé une qui est particulièrement intéressante et exhaustive. Elle comprend des éléments aussi disparates que des systèmes de paie, composition d'horaires, testing d'étudiants, programme d'études, enseignement par ordinateur, etc. Le laboratoire de pédagogie informatique (1973) examine différents modèles de

classification et en propose un lui-même. En nous inspirant du modèle développé par le laboratoire de pédagogie informatique (1973, p. 10) et de celui proposé par Small (1970), nous avons établi la classification suivante des applications de l'ordinateur en éducation.

Tableau 2: Utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques

1. Applications administratives
   - . traitement de l'information
   - . système de gestion automatisée

2. Instrument de laboratoire
   - . appareil électronique
   - . calculateur
   - . automate

3. Auxiliaires à l'enseignement

   A. Instrument de gestion pédagogique
   - . banques d'information
   - . évaluation
   - . analyse et traitement de réponses
   - . génération et correction de questionnaires
   - . évaluation individualisée

   B. Instrument de recherche pédagogique

4. Instrument d'enseignement

   A. Enseignement géré par ordinateur

   B. Enseignement assisté par ordinateur
   - . exercices répétés
   - . jeux et simulations
   - . enseignement non directif
   - . enseignement tutoriel

Source: Laboratoire de pédagogie informatique (1973); Small (1970).

Il est évident que l'école qui se dote d'un ordinateur ou qui est reliée à un système d'ordinateur à temps partagé, a intérêt à se servir de toutes les possibilités de la machine. L'approche intégrée aux fins d'utilisation de l'ordinateur a de fortes chances d'être la plus convaincante pour les autorités administratives, en plus de créer un environnement éducatif plus propice.

2.1 LES APPLICATIONS NON ENSEIGNANTES

Les applications administratives ne relèvent pas particulièrement du domaine de l'enseignement. Elles ne font que transposer des méthodes administratives éprouvées dans le monde des affaires au niveau de l'administration des affaires scolaires (National Council for Educational Technology, 1969; Holtzman, 1970). On y retrouve les activités courantes d'achat, de paye, d'inventaire, de personnel, de programmation, d'allocation de ressources. L'ordinateur permet en outre d'automatiser le processus d'admission des élèves, le maintien du fichier des élèves, ainsi que de l'établissement des horaires.

En tant qu'instrument de laboratoire, l'ordinateur *est mis directement à la disposition des utilisateurs (étudiants, professeurs) comme un outil sur lequel et avec lequel ils peuvent expérimenter* (Laboratoire de pédagogie informatique, 1973; p. 8). Il s'agit de se servir de l'ordinateur pour ses qualités de calculateur rapide, pour apprendre la programmation informatique (Perriault, 1969 b; Holtzman, 1970) ou encore pour le transfert à

d'autres domaines des habiletés intellectuelles acquises dans la manipulation et la construction de programmes (Laboratoire de pédagogie informatique, 1973; Meynard, 1975; National Council for Educational Technology, 1969).

L'ordinateur comme auxiliaire à l'enseignement ne dispense pas directement l'enseignement. Pourtant il y contribue puissamment en se chargeant d'enregistrer, de trier et d'établir toutes les données nécessaires pour que l'enseignement soit particulièrement bien adapté aux individus. Il gère en quelque sorte l'enseignement, c'est-à-dire qu'il s'occupe de la logistique tant psychologique que pédagogique (National Council for Educational Technology, 1969; Perriault, 1969 a; Laboratoire de pédagogie informatique, 1973). Ce rôle comporte entre autres des fonctions de "counseling" et d'évaluation tant formative que sommative de l'élève et de sa progression à l'intérieur du curriculum (Watson, 1972; Barbey, 1971; Perriault, 1969 b).

On peut également classer dans cette catégorie, les utilisations de l'ordinateur en tant qu'instrument de recherche pédagogique. Nous touchons ici aux questions très variées concernant les formes d'emploi de l'ordinateur comme machine à calculer, le développement et la validation du matériel pédagogique, la recherche sur les théories de l'apprentissage, etc. (Barbey, 1971; Perriault; 1969 a; Laboratoire de pédagogie informatique, 1973).

Pour nécessaires que soient les trois catégories que nous venons d'effleurer, il n'en reste pas moins que c'est à la quatrième catégorie, où l'ordinateur est considéré en tant qu'agent de l'enseignement que nous nous intéressons davantage.

2.2 L'ORDINATEUR, AGENT PEDAGOGIQUE

C'est ici que se situe l'enseignement par ordinateur proprement dit: *l'ordinateur est le support (medium) de l'enseignement, au même titre que peuvent l'être le texte écrit, le professeur en classe ou le film* (SIMEQ, 1973; p. 8). L'ordinateur devient dès lors la plus perfectionnée et la plus souple de toutes les machines à enseigner (Barbey, 1971; p. 69). L'élève est mis dans une situation d'interaction continue avec des systèmes d'apprentissage contrôlés par ordinateur et l'on cherche à découvrir les fonctions critiques du professeur qui pourraient être remplies par la machine afin de favoriser un apprentissage individualisé (National Council for Educational Technology, 1969; Holtzman, 1970). La profondeur, l'intensité et la flexibilité de l'interaction élève-ordinateur définissent la stratégie de l'enseignement assisté par ordinateur (Parkus, 1970). La décision de branchement est-elle prise par l'ordinateur en ligne ouverte? De quelles et de combien de caractéristiques est-il tenu compte dans la décision de branchement? Quelle est la complexité du processus décisionnel? Autant de facteurs influençant l'intensité de l'interaction ordinateur-élève (Block, 1970).

2.2.1 L'enseignement géré par ordinateur

Il convient de situer l'enseignement géré par ordinateur (EGO) à mi-chemin entre l'instrument de laboratoire, l'auxiliaire à l'enseignement et l'enseignement assisté par ordinateur. Destiné à faciliter la tâche du professeur, l'ordinateur prend à *son compte certaines des responsabilités incombant ordinairement aux enseignants et [donne] des directives à l'étudiant travaillant seul* (MacKenzie et al., 1971). Une fois que les décisions ont été programmées et codées en ordinateur, ni le maître, ni l'étudiant n'ont à s'occuper de paperasserie ou de procédure inhérentes à l'enseignement individualisé (Bellavoine, 1969). L'ordinateur est alors en mesure de gérer l'étudiant à travers un programme complet, tout en continuant à recueillir des renseignements pertinents à la détermination des séquences d'apprentissage et du cheminement général de l'élève.

En enseignement géré par ordinateur, l'ordinateur n'a pas pour fonction première d'enseigner, mais de suivre et d'orienter l'apprentissage que l'élève peut réaliser selon d'autres modes d'enseignement. L'instruction peut alors être dispensée de manière traditionnelle ou encore de façon automatisée. Cette dernière est cependant subordonnée à la fonction de gestion. Lorsqu'on travaille en mode d'enseignement assistée par ordinateur, au contraire, l'accent est mis sur l'enseignement administré par l'ordinateur, mais

on prend assez généralement soin d'y inclure toutes les fonctions du mode EGO (Houziaux, 1972).

Conçu ainsi, l'enseignement géré par ordinateur peut se définir comme étant une approche automatisée à l'enseignement individualisé. Ses principales fonctions pourraient être celles-ci:

1) évaluation diagnostique de l'élève;

2) sélection et prescription des activités enseignantes;

3) évaluation de l'apprentissage de l'élève;

4) orientation de l'élève;

5) développement d'un fichier approprié d'enseignement pour chaque élève;

6) utilisation de l'E.A.O. (enseignement assisté par ordinateur) pour des fins d'exercice ou de développement conceptuel;

7) établissement d'un système d'inventaire pour contrôler la disponibilité de matériaux didactiques et de media en fonction de leur utilisation par les élèves.

(Hansen, 1970 c).

L'enseignement géré par ordinateur est donc essentiellement un système de *gestion de l'ensemble des ressources mises à la disposition de l'étudiant et la gestion de la démarche de l'étudiant dans l'atteinte des objectifs qu'il poursuit* (Laboratoire de pédagogie informatique, 1973; p. 88).

2.2.2 Les exercices répétés (drill and practice)

De nombreux auteurs (p. ex. Block, 1970; Laboratoire de pédagogie informatique, 1973; Suppes et Jerman, 1969 et 1970; Watson, 1972) ont abondamment décrit les exercices répétés. Très largement répandue, entre 15% et 20% des cours (SIMEQ, 1972), cette technique d'utilisation du terminal n'est pas de l'enseignement dans le sens où l'on accepte généralement ce terme. L'élève reçoit plutôt son enseignement de base sous quelque autre forme. Ce n'est que par la suite qu'il se présente devant le terminal d'ordinateur pour mettre en pratique ses connaissances nouvellement acquises, par une série d'exercices.

Le premier type d'exercice peut être très simple et se présente le plus souvent en mathématiques. On présente à l'élève un certain nombre de problèmes qu'il doit résoudre. Si l'élève ne réussit pas tout de suite, l'ordinateur peut lui indiquer où se situe son erreur et lui présenter un autre problème du genre. Lorsque l'élève a réussi un certain pourcentage de ses problèmes de façon satisfaisante, l'ordinateur lui dit

qu'il maîtrise maintenant son concept mathématique. Ou encore, il lui suggère d'aller étudier davantage et de revenir plus tard. A moins que le programme ne contienne un cours d'enseignement correctif, auquel cas l'élève se verra donner cet enseignement au terminal-même.

Le deuxième type d'exercice diffère du premier en ce sens que ce programme permet à l'étudiant de construire ses propres problèmes avec ses propres données. L'ordinateur calcule la réponse et la compare à celle de l'étudiant. Le programme peut également présenter des problèmes additionnels ou suggérer des activités similaires.

A la fin d'une journée, le maître peut ainsi connaître le degré d'habileté de chaque élève en consultant les résultats enregistrés par l'ordinateur. Il prend connaissance des difficultés de chaque individu, des concepts mal assimilés par une majorité ou un groupe déterminé d'élèves, et il peut comparer les différents élèves entre eux (Suppes et Jerman, 1970).

2.2.3 Les jeux et les simulations

Les ordinateurs peuvent être programmés de telle manière qu'ils sont capables de traiter l'information comme si elle se situait dans un contexte d'évènements réels (National Council for Educational Technology, 1969). La technique des jeux et des simulations con-

siste donc à fournir à l'élève une occasion de se placer dans des conditions similaires à celles d'un milieu réel où il aurait à prendre des décisions. L'élève aura en particulier à identifier les variables influençant un phénomène et à tenir compte de la complexité de l'interrelation de ces mêmes variables. En fait, il devra apprendre à reconnaître certaines conditions critiques et à prendre des décisions qui influenceront la probabilité que tel résultat se produise plutôt qu'un tel autre (Stolurow, 1968). Les simulations reproduiront des conditions ressemblant assez fidèlement au contexte réel, alors que les jeux comprendront des variables tantôt imaginaires, tantôt limitées en nombre. De plus on verra souvent à créer un élément de compétition dans les jeux en introduisant la participation de plusieurs individus (p. ex. jeux de la Bourse).

De 10% à 12% des cours pour ordinateur sont écrits selon ces techniques (SIMEQ, 1972). On peut ainsi recréer toutes les données et conditions dans lesquelles se trouve, par exemple, un agriculteur au printemps. L'élève assumera le rôle de l'agriculteur et prendra les décisions quant aux investissements, aux produits à cultiver, au nombre et type d'animaux à acheter et à vendre, à la superficie à ensemencer, à la superficie à louer, etc. ... L'ordinateur fournira instantanément le résultat des prises de décision de l'étudiant. Celui-ci pourra alors juger de la justesse de son raisonnement et des conséquences de ses décisions telles qu'elles se répercutent dans le temps.

Cette utilisation de l'ordinateur donne aux sciences sociales la possibilité de recréer des situations de laboratoire qui leur seraient autrement inaccessibles, et elle permet ainsi à l'élève d'expérimenter d'une façon dynamique sur les phénomènes étudiés (Laboratoire de pédagogie informatique, 1973; Stolurow, 1968).

Les jeux et les simulations ne fournissent cependant pas seulement l'occasion de disposer de laboratoires à des disciplines qui autrement en seraient dépourvues. Cette technique peut être également employée lorsque des facteurs de sécurité, de coût ou de temps ne permettent pas une expérimentation en situation réelle. (Laboratoire de pédagogie informatique, 1973).

2.2.4 Enseignement non directif

Ce type d'enseignement est davantage un "futurible" qu'une réalité éprouvée. Particulièrement difficile à réaliser, il se veut la forme "parfaite" de l'enseignement. En effet, dans ce type d'enseignement, le déroulement du cours, c.-à-d. les séquences d'information présentées à l'élève, est directement contrôlé par l'élève même. Le cours consiste en un dialogue continu élève-machine pendant lequel l'élève pose des questions à l'ordinateur, reçoit de l'information et se fait poser lui-même des questions par ordinateur (Parkus, 1970; National Council for Educational Technology, 1969; Laboratoire de pédagogie informatique, 1973; Stolurow, 1968).

Pourtant, lorsqu'on pense enseignement assisté par ordinateur, c'est en tout premier lieu au mode tutoriel d'enseignement que l'on se réfère. C'est cette forme d'enseignement, qui, issue directement de l'enseignement programmé continue d'être la plus largement répandue, puisque près de 50% des cours écrits pour ordinateur le sont selon cette stratégie (SIMEQ, 1972).

2.2.5 Le mode tutoriel en enseignement assisté par ordinateur

L'enseignement de type tutoriel a été un des premiers modes d'enseignement dispensé par ordinateur et ce en dépit de la complexité même de ce type d'application. Selon Chevalier (Laboratoire de pédagogie informatique, 1973) cela a été rendu possible parce qu'au moment de l'introduction de l'ordinateur en enseignement, l'enseignement programmé avait déjà atteint un stade avancé de perfectionnement et de popularité. L'ordinateur fut donc tout naturellement considéré comme une machine à enseigner plus perfectionnée (Laboratoire de pédagogie informatique, 1973; Coulson, 1970).

Le nom même de "tutoriel" rappelle les intentions de la stratégie d'enseignement puisqu'il s'agit de créer une situation où l'ordinateur assume le rôle du bon "tuteur" qui amorce avec l'élève un dialogue continu, empreint de patience et d'intelligence (Taylor, 1974; Coulson, 1970; Block, 1970). En général, on présente une certaine quantité de matière à l'élè-

ve, à la suite de quoi on pose une question ou un choix de questions. La réponse de l'élève est alors évaluée et, selon le cas, on présente un renforcement à la bonne réponse ou un branchement correctif à la mauvaise réponse. Comme il peut y avoir différents degrés dans l'erreur, le branchement peut également offrir différents types correspondants d'enseignement correctif. Ces boucles correctives vont essayer de reconduire l'élève dans le cheminement principal du cours, en général à l'endroit où son erreur ou sa mauvaise compréhension s'est manifestée.

Si l'ordinateur s'aperçoit au bout de quelques séquences que l'élève commet trop d'erreurs, il peut "en conclure" que le niveau du cours est trop élevé pour cet élève et il essayera de lui faire atteindre les objectifs du cours par une voie allégée.

Selon l'énormité des erreurs commises, de même que par le temps mis à répondre, l'ordinateur peut déceler une inattention de la part de l'élève et lui demander s'il est fatigué, malade, etc. ... et, dans le cas affirmatif, suggérer à l'élève de prendre du repos ou de revenir suivre le cours à un autre moment.

La finesse de la stratégie peut être poussée très loin. Compte tenu de l'évaluation antérieure des connaissances de l'élève, il est possible d'agir sur la densité (quantité) de l'information fournie à l'étudiant, sur le degré de difficulté de la matière, la fréquence des tests (Laboratoire de pédagogie informa-

tique, 1973). Mieux, l'élève, de par son jugement personnel, peut influencer le déroulement du cours, en appelant à l'aide (Watson, 1972).

De par son potentiel d'analyse et de branchement, l'ordinateur est en mesure d'individualiser le message éducatif (Coulson, 1968). A un certain niveau de difficulté, la séquence d'enseignement ne présentera que le strict minimum d'information; à l'étape de difficulté inférieure, la séquence d'enseignement sera plus abondante et fournira des exemples. Une séquence encore plus facile présentera une approche différente, une phraséologie moins complexe, davantage d'exercices. Différents élèves parcourront le même sujet à des vitesses et à des niveaux de difficulté différents. L'approche déductive conviendra à certains élèves, alors que d'autres ne comprendront que par la voie inductive (Coulson, 1968).

La complexité et l'intensité des relations machine-élève dépendront du nombre et du type de caractéristiques dont le système voudra tenir compte. A la limite, la logique spécifique utilisée pour un étudiant donné sera générée par le système lui-même à partir d'informations concernant le même étudiant et des divers facteurs affectant l'efficacité éducative (Stolurow, 1968). Trois types de variables peuvent ainsi définir le processus tutoriel (Stolurow, 1968; Coulson, 1968; Block, 1970; Stolurow et Davis, 1965).

La première variable se réfère au contenu à enseigner (matière, objectifs). La deuxième variable concerne la mesure des réponses, tant par rapport au nombre de bonnes ou mauvaises réponses que par rapport au temps écoulé avant que la réponse ne soit faite. La troisième variable enfin consiste dans les règles de décision gouvernant les modes de présentation de la matière.

Le mode tutoriel s'apparente par conséquent de très près à l'enseignement programmé, sauf que l'ordinateur est capable de tenir compte, simultanément, d'un nombre d'éléments variés et étalés dans le temps avant de déterminer une séquence d'enseignement.

Pourtant, malgré sa prédominance historique, le nombre de ses programmes d'enseignement et son efficacité, le mode tutoriel continue à soulever des questions. Mais il s'agit là d'un autre problème. ...

3. CONCLUSION

Nous avons voulu analyser le contexte pédagogique dans lequel l'enseignement assisté par ordinateur avait pris naissance et nous avons constaté que l'enseignement programmé identifié formellement est à peine antérieur à l'arrivée de l'ordinateur en éducation. Il est en quelque sorte normal que celui-ci ait puisé aux sources de celui-là. L'enseignement programmé, tel que défini par Skinner, fournit un construit issu directement de l'expérimentation, et les théories d'apprentissage de l'enseignement programmé vont être rele-

vées et appliquées par les premiers utilisateurs de l'ordinateur à des fins pédagogiques. L'apparition d'un enseignement programmé ramifié, tel que préconisé par Crowder, renforcera l'application des théories skinnériennes en enseignement assisté par ordinateur même si, de l'aveu de Crowder, il n'y a pas de liens entre les deux types d'enseignement programmé.

L'enseignement programmé fournit à l'enseignement assisté par ordinateur son cadre de lois et de théories de l'apprentissage que l'on s'efforcera d'amplifier grâce aux caractéristiques propres de l'ordinateur, à savoir la mémoire, la capacité logique et la vitesse d'exécution. Au travers des nombreuses autres utilisations pédagogiques de l'ordinateur, le mode tutoriel, directement issu de l'enseignement programmé crowdérien, conserve une clientèle importante d'utilisateurs. D'où l'importance de vérifier s'il est vraiment plus efficace que l'enseignement programmé administré par simple livre brouillé.

BIBLIOGRAPHIE

ALLEN, John R.

Enseignement assisté par ordinateur. Tendances actuelles. L'informatique, novembre 1973, p. 9-14. (Traduction de "Current Trends in Computer-Assisted Instruction" paru dans Computers and the Humanities, vol. 7, no 1, September 1972, pp. 47-55).

ATKINSON, R.C.
WILSON, H.A.

Computer Assisted Instruction, Science, October 1968, pp. 73-77.

AUDOIN, Francis

La pédagogie assistée. Paris: Les Editions ESF, 1971, 182 p.

BARBEY, Guy

L'enseignement assisté par ordinateur. Paris: Castermann, 1971, 148 p.

BARNES, Dennis Q.
SCHRIEBER, Deborah B.

Computer-Assisted Instruction: a Selected Bibliography. Washington: Association for Education, Communication and Technology, 1972, 235 p.

BAUMANN, Paul R.

Computer-Assisted Instruction: Programs in Geography. New York: S.U.N.Y. Dept. of Geography at Oneonta, 1969, 39 p.

BELLAVOINE, C.

Qu'est-ce qu'un ordinateur? Paris: Dunod, 1969, 115 p. (Coll. "La vie de l'entreprise").

BLOCK, Karen K.

Strategies in Computer-Assisted Instruction: a Selective Overview. Pittsburgh: Pittsburgh University. Learning Research and Development Center, 1970, 47 p.

BLOUNT, Parker H.
TENNYSON, Robert D.

Programmed Instruction as a Model for Instructional Design. NSPI Newsletter, vol. XI, no 8, October 1972, pp. 1, 5-8.

BOSSONE, Richard M.
WEINER, Max

Three Modes of Teaching Remedial English: a Comparative Analysis; a Pilot Study. New York: City University of New York. Bernard Baruch College and Graduate School, 1973, 87 p.
ERIC ED 74514

BRAHAN, J.W.

Automation and Education, a Review. Ottawa: National Research Council of Canada. Radio and Electrical Engineering Division, 1967, 18 p.

BRIGGS, Leslie J.

Learner Variables and Educational Media. Review of Educational Research, vol. XXXVIII, no 2, April 1968, pp. 160-176.

BUNDY, Robert F.

Computer-Assisted Instruction. Now and for the Future. Audio-Visual Instruction. April 1967, pp. 344-348.

BUNDY, Robert F.

Computer-Assisted Instruction. Where are we? In Robert A. Weisgerber, ed. Perspectives in Individualized Learning. Palo Alto: American Institutes for Research, 1971, pp. 360-375.

CARPENTER, C.R.

Computer Regulated Learning, in J.B. Margolin and M.R. Misch, eds. Computers in the Classroom, New York: Spartan Books, 1970, pp. 163-175.

CHEVALIER, Guy

Les applications pédagogiques de l'ordinateur dans les écoles secondaires du Québec. Montréal: ministère de l'Education. Service général des moyens d'enseignement, 1974, 11 p. et 4 annexes.

COREY, Stephen M.

The Nature of Instruction in Phil. C. Lange, ed. Programmed Instruction, The Sixty-sixth Yearbook of the National Society for the Study of Education. Part II. Chicago: The National Society for the Study of Education, 1967, pp. 5-27.

COULSON, John E.

Computer-Assisted Instruction and its Potential for Individualizing Instruction. Washington, D.C.: Academy for Educational Development, Inc., 1970, 30 p.

COULSON, John E.

Computer-Based Instruction. Santa Maria: System Development Corporation, 1968.
ERIC ED 38018

CREPEAU, Gustave

L'enseignement programmé. Prospectives, vol. 8, no 3, mai 1972, p. 163-170.

CROWDER, N.A.

Automatic Tutoring by Intrinsic Programming in A.A. Lumsdaine and R. Glaser, eds. Teaching Machines and Programmed Learning. Washington, D.C.: National Education Association, 1960, pp. 286-298.

CROWDER, Norman A.

On the Differences between Linear and Intrinsic Programming in John P. De Cecco, ed. Educational Technology, Readings in Programmed Instruction. New York: Holt Rinehart and Winston, 1964, pp. 142-152.

DAVIES, Ivor K.

Presentation Strategies in James Hartley, ed. Strategies for Programmed Instruction: an Educational Technology, London: Butterworths, 1972, pp. 82-132.

FERLAND, Yvon
AVON, René

L'enseignement programmé: une solution et un défi. Prospective, vol. 3, no 2, avril 1967, p. 112-116.

GAUTHIER, Armand

L'enseignement programmé: un défi qui vient à son heure. Colloque sur les machines à enseigner: Montréal, 1 et 2 novembre 1968. Québec: Association canadienne d'éducation de langue française (ACELF), 1969, p. 10-19.

GAVINI, Cérard P.

Manuel de formation aux techniques de l'enseignement programmé. Paris: Editions Hommes et Techniques, 2e éd., 1969, 257 p.

GENTILE, J. Ronald

The First Generation of Computer-Assisted Instructional Systems: an Evaluative Review, Audio-Visual Communication Review, vol. 15, no 1, Spring 1967, pp. 23-53.

GILMAN, David Alan

The Origins and Development of Intrinsic and Adaptive Programming. Audio-Visual Communication Review, vol. 20, no 1, Spring 1972, pp. 64-76.

GLASER, Robert

The Design and Programming of Instruction, Pittsburgh: University of Pittsburgh. Learning Research and Development Center, 1969, pp. 156-215. (Reprint 43).

GOTKIN, Lassar G.
MC SWEENEY, Joseph F.

Learning from Teaching Machines in Phil C. Lange, ed. Programmed Instruction. The Sixty-sixth Yearbook of the National Society for the Study of Education. Chicago: The National Society for the Study of Education, 1967, pp. 255-283.

GREGOIRE, Christine
CHEVALIER, Guy

Inventaire des applications pédagogiques de l'ordinateur dans les collèges du Québec 1973-74. Montréal: ministère de l'Education. Service général des moyens d'enseignement, 1974, 154 p.

HANSEN, Duncan N. et al.

Existing CAI Curriculum Materials at the FSU-CAI Center. Tallahassee: Florida State University. Computer-Assisted Instruction Center, 1970, 29 p.

HANSEN, Duncan N.

Current Research Development in Computer-Assisted Instruction. Tallahassee: Florida State University. Computer-Assisted Instruction Center, 1970 b, 25 p.

HANSEN, Duncan N.

The Role of Computer in Education During the 70's. Tallahassee: Florida State University. Computer-Assisted Instruction Center, 1970 c, 15 p. (Technical Memo, no 5).

HARTLEY, James

Programmed Instruction 1954-1974: a Review. Programmed Learning and Educational Technology, vol. 11, no 6, November 1974, pp. 278-291.

HARTLEY, J.R.
SLEEMAN, Derek

Programmed Learning News: Computer-Assisted Learning and its Place in Education. New University and Education, May 1969, pp. 19-22.

HAYE, Robert E.
WANG, Anastasia; eds.

Index to Computer-Based Learning. Englewood Cliffs (N.J.): Educational Technology Publications, 1973, 4th ed., 605 p.

HICKEY, Albert

The Computer-Assisted Instruction File. Newburyport (Mass.): Entelek Inc., 1972.

HOLTZMAN, Wayne N.

Computers in Education, in Wayne N. Holtzman, ed. Computer-Assisted Instruction, Testing and Guidance. New York: Harper and Row, 1970, pp. 1-13.

HOUZIAUX, Mutien-Omer

Vers l'enseignement assisté par ordinateur. Paris: Presses Universitaires de France, 1972, 244 p.

ICART, C.

Audio-visuel et communication. Enseignement programmé, décembre 1969, no 8, p. 68-70.

KING, J.H.

Computer-Aided Instruction Progress? Programmed Learning and Educational Technology, vol. 8, no 2, April 1971, pp. 81-90.

KROPP, R.P.

Making CAI Work in J.B. Margolin; M.R. Misch, eds. Computers in the Classroom, New York: Spartan Books, 1970, pp. 205-222.

LABORATOIRE DE PEDAGOGIE INFORMATIQUE

Rapport sur l'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques, tome I: Types d'utilisations. Québec: ministère de l'Education. Service de l'informatique. Laboratoire de pédagogie informatique, 1973, 202 p.

LANGE, Phil. C.

Technology, Learning and Instruction. Audio-Visual Instruction, March 1968, pp. 227-231.

LEKAN, Helen A. ed.

Index to Computer-Assisted Instruction. Milwaukee: Wisconsin Univ. Instructional Media Lab., 1970, 295 p.

LENN, Peter D.
MASER, Thomas F.

Computer Assisted/Programmed Instruction on the Law. Final Report. San Francisco: American Analysis Corp., 1971, 51 p.
ERIC ED 58724

LEVIEN, Roger E.

The Emerging Technology. Instructional Uses of the Computer in Higher Education. A Carnegie Commission on Higher Education and Rand Corporation Study. New York: McGraw-Hill Book Co., 1972, 585 p.

LYMAN, Elisabeth R.

A Descriptive List of Plato Programs 1960-1970. Urbana (Ill.): University of Illinois. Computer-Based Education Research Laboratory, 1970, 2nd ed., 43 p.

MACKENZIE, Norman
ERAUT, Michael
JONES, Hyvel C.

Art d'enseigner et art d'apprendre. Introduction aux méthodes et matériels nouveaux utilisés dans l'enseignement supérieur. Paris: Unesco et Association Internationale des Universités, 1971, 234 p.

MELLAN, J.

Teaching and Educational Inventions in A.A. Lumsdaine and R. Glaser, eds. Teaching Machines and Programmed Learning: a Source Book. Washington, D.C.: National Education Association, Department of Audio-Visual Instruction, 1960, pp. 265-274.

MEYNARD, Francis

Enquête sur "Logo": projet d'utilisation de l'ordinateur en pédagogie. Montréal: ministère de l'Education. Service général des moyens d'enseignement, 1975, 61 p.

MILNER, Stuart
WILDBERGER, A.M.

How Should Computers be Used in Learning? Journal of Computer-Based Instruction, vol. 1, no 1, August 1974, pp. 7-12.

MOLNAR, A.R.

Critical Issues in CBL. Educational Technology, August 1971, pp. 60-64.

MONTMOLLIN, Maurice de

L'enseignement programmé. Paris: P.U.F., 1971, 128 p. (Coll. "Que sais-je?", no 1171).

MONTOUR, Claude
GREGOIRE, Christine
CHEVALIER, Guy

L'utilisation de l'ordinateur par les professeurs d'universités (1974-75). Montréal: ministère de l'Education. Service général des moyens d'enseignement, 1975, 44 p. plus annexe. (Code: 54-6207/TEX-08-0975).

NATIONAL COUNCIL FOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY

Computers for Education. Report of a Working Party into the Potential Applications and Development of Computer-Based Learning Systems. London: National Council for Educational Technology, 1969, 43 p.

NAULT, Marthe

Inventaire de cours CAI in SIMEQ: L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques. Colloque 18-19 mai 1972. Québec: ministère de l'Education. Service de l'informatique, 1972, p. 366-381.

PARKUS, Lawrence

Computer-Assisted Instruction in Elementary/Secondary Education: the State of the Art, in Sidney G. Tickton,

ed. To Improve Learning. An Evaluation of Instructional Technology, vol. 1, New York and London: R.R. Bowker Co., 1970, 441 p.

PERRIAULT, Jacques

Si l'utilisation des machines à enseigner se développait en France. ... Enseignement programmé, septembre 1969, no 7, pp. 17-28.

PERRIAULT, Jacques

Quelques notes sur les problèmes que pose le développement de l'emploi des calculateurs en France. Enseignement programmé, juin 1969 b, no 6, p. 47-52.

PHILLIPS, Thomas Gordon jr.

A Comparaison of the Effectiveness of a Programmed Text and a Computer-Based Display Unit Media in Teaching Fortran IV. University of Missouri-Columbia, 1971, 533 p. Ed. D. dissertation.

PLANQUE, Bernard

Nouvelles technologies au service de la pédagogie: (6) Où en est l'enseignement programmé? Education 2000, no 13, novembre 1973, p. 2-7.

POCZTAR, Jerry

Théories et pratique de l'enseignement programmé. Paris: Unesco, 1971, 186 p.

PORTER, Douglas

A Critical Review of a Portion of the Literature on Teaching Devices. In A.A. Lumsdaine and R. Glaser, eds. Teaching Machines and Programmed Learning. Washington, D.C.: National Education Association. Department of Audio-Visual Instruction, 1960, pp. 114-132.

PRESSEY, S.L.

A Machine for Automatic Teaching of Drill Material, in A.A. Lumsdaine and R. Glaser, Eds. Teaching Machines and Programmed Learning. Washington, D.C.: National Education Association. Department of Audio-Visual Instruction, 1960, pp. 42-46.

PRESSEY, S.L.

A Simple Device which Gives Tests and Scores - and Teaches. School and Society, 1926, no 23, pp. 373-376.

RATH, G.J.
ANDERSEN, N.S.
BRAINERD, R.C.

The IBM Research Center Teaching Machine Project, in E.H. Galanter, ed. Automatic Teaching: the State of the Art. New York: John Wiley and Sons, 1959, pp. 117-130.

RAZIK, Taber ed.

Programmed Instruction and Computer Assisted Instruction. Englewood Cliffs (N.J.): Educational Technology Publications, 1971, 264 p. (The Educational Technology Bibliography Series; vol. one).

RICHMOND, Kenneth W.

The Teaching Revolution. London: Methuen, 1967, 220 p.

SAETTLER, Paul

A History of Instructional Technology. New York: Mc Graw-Hill Book Co., 1968, 339 p.

SALISBURY, A.R.

Computers and Education: Toward Agreement on Terminology. Educational Technology, September 1971, pp. 35-40.

SCHOLER, Marc

Ordinateur, enseignement et géographie. Didactique-géographie, vol. II, no 2, août 1973 a, p. 47-61.

SCHOLER, Marc

Enseignement assisté par ordinateur en géographie: bibliographie sommaire. Montréal: ministère de l'Education. Service général des moyens d'enseignement, 1973 b, 21 p.

SCHOLER, Marc

Recherche en enseignement programmé livresque et informatisé (Opération R.E.P.L.I.) - Rapport Final I: efficacité comparée de l'ordinateur et du livre brouillé comme moyens d'enseignement. Montréal: ministère de l'Education. Service général des moyens d'enseignement, 1976. 275 p.; 25 appendices, envi. 1690 p. Code: 54-6262/TEX-01-0976.

SCHRAMM, Wilbur

Programmed Instruction Today and Tomorrow, in Four Case Studies of Programmed Instruction. New York: Fund for the Advancement of Eeucation, 1964, 103 p.

S..JRE, Barbara E.

The Computer: an Adaptive Teacher in Margaret E. Pincus, ed. Some Essays on Computers in Education. Cambridge (Mass.): Harvard University. The Graduate School of Education. The New England School Development Council, 1967, pp. 47-63.

SIMEQ

Mémoire de programme. Québec: ministère de l'Education. Service de l'informatique, septembre 1975, code: 10-0010.

SIMEQ, edit.

L'utilisation de l'ordinateur à des fins pédagogiques. Colloque de Québec, mai 1972. Québec: ministère de l'Education, service de l'informatique, 1972, 456 p.

SKINNER, B.F.

Science and Behavior. New York: the MacMillan Co., 1953.

SKINNER, B.F.

Teaching Machines in A.A. Lumsdaine and R. Glaser, eds. Teaching Machines and Programmed Learning: a Source Book. Washington, D.C.: National Education Association, Department of Audio-Visual Instruction, 1960, pp. 137-158.

SMALL, Hazel

Instructional Design Appropriate for A.B.E. Computer-Assisted Instruction. Paper presented at the National Conference, Computer Applications to Learning, Bloomfield Hills, Michigan, July 8-10, 1970, 30 p.

STARKWEATHER, John A.

Adaptative Machine Aids to Learning. Washington, D.C.: Academy for Educational Development, Inc., 1970, 24 p. ERIC ED 39715

STOLUROW, Lawrence M.

Computer-Assisted Instruction (CAI). Détroit: American Data Processing Inc., 1968, 94 p.

STOLUROW, L.M.

Essential Principles of Programmed Instruction, Urbana (Ill.): University of Illinois. Training Research Laboratory, 1965. (Technical Report no 8).

STOLUROW, Lawrence M.

Programmed Instruction and Teaching Machines in Peter H. Rossi and Bruce J. Biddle, eds. The New Media and Education, their Impact on Society. Garden City (N.Y.): Doubleday & Co., 1966, pp. 136-192.

SUPPES, Patrick

Computers in the Classromm; Handling Individual Differences, RCA Electronic Age, vol. XXVI, Summer 1967, pp. 2-6.

SUPPES, P.
JERMAN, M.

C.A.I., National Association of Secondary School Principals' Bulletin, February 1970, pp. 27-40.

SUPPES, P.
JERMAN, Max

Computer-Assisted Instruction at Stanford. Educational Television International, vol. 3, no 3, September 1969, pp. 176-179.

TARRANT, John

Computers in Geography. Norwich (G.B.): University of East Anglia, 1970, 76 p.

TAYLOR, Sandra et al.

The Effectiveness of CAI. Paper presented at the Annual Convention of the Association for Educational Data Systems, New York, May 1974, 23 p.
ERIC ED 092074

TICKTON, Sidney G., ed.

To Improve Learning: an Evaluation of Instructional Technology. New York: R.R. Bowker, 1970, vol. 1, 441 p.

U.S. CIVIL SERVICE COMMISSION

Programmed Instruction: a Brief of its Development and Current Status. Washington, D.C.: U.S. Civil Service Commission. Bureau of Training, 1970, 52 p. (Training Systems and Technology Series: no III).

WATSON, Paul G.

Using the Computer in Education. Englewood Cliffs (N.J.): Educational Technology Publication, 1972, 128 p.

WEILL-FASSINA, A.
VERMERSCH, P.

Enseignements programmés des statistiques et organisations de la matière. Enseignement programmé, décembre 1969, no 8, p. 47-57.

YEO, Richard D.

Computer-Assisted Learning. Improving College and University Teaching, 1972, vol. XX, no 3, pp. 167-169.

GOUVERNEMENT
DU QUÉBEC

MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION

**SERVICE
GÉNÉRAL
DES MOYENS
D'ENSEIGNEMENT**

Dépôt légal – 4e trimestre 1977
Bibliothèque nationale du Québec

L'ÉDITEUR OFFICIEL
DU QUÉBEC
SERVICE
DE LA REPROGRAPHIE
octobre 1977